



Ю.Н. Безгина
А.Ф. Уразова

ТЕХНОЛОГИЯ И МАШИНЫ ЛЕСОСЕЧНЫХ РАБОТ

Екатеринбург
2015

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВПО «УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЛЕСОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра технологии и оборудования
лесопромышленного производства

Ю.Н. Безгина
А.Ф. Уразова

ТЕХНОЛОГИЯ И МАШИНЫ ЛЕСОСЕЧНЫХ РАБОТ

Методические указания
к лабораторным работам для студентов всех форм обучения
направления 250400.62 (35.03.02) «Технология лесозаготовительных
и деревоперерабатывающих производств»

Екатеринбург
2015

Печатается по рекомендации методической ИЛБиДС.
Протокол № 2 от 9 октября 2014 года.

Рецензент – профессор кафедры ТОЛП, д-р техн. наук Герц Э.Ф.

Редактор Е.Л. Михайлова
Оператор компьютерной верстки Е.А. Газеева

Подписано в печать 30.01.15		Поз. 4
Плоская печать	Формат 60×84 1/16	Тираж 10 экз.
Заказ №	Печ. л. 1,16	Цена руб. коп.

Редакционно-издательский отдел УГЛТУ
Отдел оперативной полиграфии УГЛТУ

Общие положения

В соответствии с программой курса «Технология и машины лесосечных работ» направления 250400.62 (35.03.02) «Технология лесозаготовительных и деревоперерабатывающих производств» предусматривается изучение на лабораторных занятиях конструкций лесозаготовительных машин и механизмов, схем и технологий их применения для выполнения лесосечных работ. Студенты во время выполнения лабораторных работ должны:

- изучить различные технологии лесосечных работ;
- изучить назначение и устройство машин и механизмов лесозаготовок;
- научиться составлять схемы выполнения операций;
- научиться производить расчет технологических параметров работы лесозаготовительных машин и оборудования.

При выполнении лабораторных работ студенты составляют индивидуальный отчет бригады.

Основные задачи методических указаний:

- 1) теоретическая подготовка студентов по изучаемому курсу и приобретение навыков в практическом применении полученных знаний;
- 2) подготовка к выполнению курсовой работы по дисциплине «Технология и машины лесосечных работ» и технологической части выпускной квалификационной работы.

До начала изучения дисциплины обучающийся должен прослушать теоретический курс лекций по дисциплинам «Теория переместительных и обрабатывающих операций», «Технология лесозаготовок за рубежом». Кроме того, студент должен знать основные понятия, связанные с технологией и оборудованием лесопромышленного производства; определения, классификацию лесосечных работ; принципы формирования систем машин; применять навыки расчетов производительности машин и механизмов; иметь понятие о технологических процессах лесосечных работ, об устройстве лесозаготовительного оборудования.

Общие указания по выполнению лабораторных работ

Во время проведения лабораторных занятий группа студентов разбивается на бригады по 3-4 человека с таким расчетом, чтобы на каждого руководителя занятий приходилось не более 10-13 человек.

После изучения выполняемых операций, машин или механизмов, необходимо самостоятельно составить техническую характеристику, привести рисунок или технологическую схему работы и получить у преподавателя задание с исходными данными для расчета сменной производительности оборудования.

Отчет о проделанной работе сдается преподавателю перед выполнением следующей лабораторной работы.

Техника безопасности при выполнении лабораторных работ

Перед началом проведения лабораторных работ преподаватель проводит вводный инструктаж по технике безопасности, а студенты расписываются в специальном журнале о прохождении инструктажа.

Лабораторная работа 1

Тема: «Валка дерева: цепные бензomotorные пилы, валочно-пакетирующая машина, харвестер»

Вопросы для изучения:

1. Понятие операции «валка леса».
2. Краткое описание и назначение применяемого оборудования.
3. Схемы разработки пасаки:
 - с применением бензomotorной пилы (узкопасечная, среднепасечная, широкопасечная технологии);
 - с применением валочно-пакетирующей машины (одноленточный, двухленточный, трехленточный способы, схемы работы ВПМ);
 - с применением харвестера (при размещении волока на границе и посередине пасаки, с заездами на полупасаки, со вспомогательным коридором).
4. Определить сменные производительности бензопилы и валочно-пакетирующей машины на валке леса и сравнить их с соответствующими нормами выработки $N_{\text{выр}}$ (ЕНиР).

Сменная производительность бензomotorной пилы рассчитывается по формуле

$$П = \frac{T Q_{\text{хл}}}{t_n} c_0 c_2,$$

где T – время смены, с;

$Q_{\text{хл}}$ – объем хлыста, м³;

c_0 – коэффициент, учитывающий затраты на подготовку рабочего места и переходы от дерева к дереву ($c_0 = 0,15 \dots 0,8$);

c_2 – коэффициент использования рабочего времени ($c_2 = 0,8 \dots 0,9$);

t_n – время спиливания одного дерева;

$$t_n = \frac{d_{\kappa}}{v_n},$$

где d_{κ} – диаметр дерева в плоскости спиливания, м;

v_n – скорость пильной цепи, м/с ($v = 20$);

$$v_n = \frac{P_p v}{K e H},$$

где v_n – скорость пильной цепи, м/с ($v_n = 20$ м/с);
 P_p – расчетное усиление резания, Н;
 H – высота пропила, мм; $H = 0,8$ мм;
 K – удельное сопротивление резанию при пилении, Н/мм², $K = 8 \dots 12$;
 e – ширина пропила, мм;

$$P' = \frac{100 N \eta}{(1 + \mu) v},$$

$$P'' = \frac{P_n}{a_0}.$$

При расчетах следует учесть следующие неравенства:

$$P_p \leq P', \quad P_p \leq P'',$$

где N – мощность двигателя пилы, кВт ($N = 4,4$);
 η – КПД передачи от двигателя к пильной цепи ($\eta = 0,92$);
 μ – коэффициент трения цепи о шину ($\mu = 0,1$);
 P_n – усилие надвигания рабочего, Н ($P_n = 16 \dots 20$);
 a_0 – коэффициент, зависящий от остроты зубьев цепи, ($a_0 = 0,6 \dots 1$).

Сменная производительность валочно-пакетирующей машины рассчитывается по формуле

$$P_{cm} = \frac{T}{t_u} Q_0 c_2,$$

где T – время смены, с;
 Q_0 – объем пакета, формируемого машиной с одной стоянки, м³;
 c_2 – коэффициент использования рабочего времени ($c_2 = 0,6 \dots 0,9$);
 t_u – время формирования пакета, с;

$$Q_0 = 10^{-4} a (l_{\max} (l_{\max} - l_{\min})) M,$$

где Q_0 – объем пакета, формируемого машиной с одной стоянки, м³;
 a – коэффициент, учитывающий условия работы машины (при освоении полосы по одну сторону от машины $a=1$, по обе $a=2$);
 M – леса на 1 га, м³;
 l_{\max} , l_{\min} – наибольший и наименьший вылет стрелы манипулятора машины, м;

$$t_{\text{ц}} = t_n + t_0 \frac{Q_0}{Q_x},$$

где Q_0 – объем пакета, формируемого машиной с одной стоянки, м³;
 t_n – время перехода машины с одной стоянки на другую, с;
 t_0 – время на захват, спиливание и укладку дерева, с ($t_0 = 25 \dots 50$ с);
 Q_x – объем хлыста, м³;

$$t_n = \alpha \frac{(l_{\max} - l_{\min})}{v_m},$$

где t_n – время перехода машины с одной стоянки на другую, с;
 α – коэффициент, учитывающий возможность увеличения пути перехода и затраты;
 v_m – скорость перемещения машины по лесосеке, м/с.

Сменная производительность харвестера определяется по формуле

$$\Pi_{\text{см}} = \frac{T_{\text{см}} - t_p}{t_{\text{ц}}} V_x,$$

где $T_{\text{см}}$ – продолжительность рабочей смены, с;
 t_p – регламентированные простои, с;
 $t_{\text{ц}}$ – время цикла, с;
 V_x – средний объем хлыста, м³;

$$t_{\text{ц}} = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + t_6,$$

где $t_{\text{ц}}$ – время цикла, с;
 t_1 – наведение и доставка харвестерного агрегата к дереву, с;
 t_2 – зажим рычагов харвестерного агрегата, с;
 t_3 – валка дерева, с;
 t_4 – обрезка сучьев, с;
 t_5 – раскряжевка хлыстов;
 t_6 – переезд от одной технологической стоянки к другой в расчете на одно дерево, с.

$t_1, t_2, t_3, t_4, t_5, t_6$ определить путём замеров их продолжительности с помощью секундомера.

5. Основные положения по технике безопасности на валке для каждого вида оборудования.

Лабораторная работа 2

Тема: «Обрезка сучьев: сучкорезные машины, бензomotorные пилы»

Вопросы для изучения:

1. Понятие операции «обрезка сучьев».
2. Краткое описание и назначение применяемого оборудования.
3. Схемы очистки сучьев на верхнем складе, на пасеке.
4. Определить сменную производительность машин и механизмов при выполнении операции и сравнить с нормой выработки $N_{\text{выр}}$ (ЕНиР).

Сменная производительность сучкорезных машин ЛП-30Б, ЛП-33 определяется по формуле

$$П = \frac{(T - T_{\text{нз}}) f_1 f_2 q}{t_{\text{обр}}},$$

- где T – продолжительность смены, с;
 $T_{\text{нз}}$ – подготовительно-заключительное время, с ($T_{\text{нз}}=20\dots30$ мин);
 q – средний объем хлыста, м³;
 f_1 – коэффициент использования рабочего времени ($f_1=0,8\dots0,85$);
 f_2 – коэффициент загрузки машины ($f_2=0,5\dots0,6$);
 $t_{\text{обр}}$ – время на обработку одного дерева, с;

$$t_{\text{обр}} = t_1 - \frac{L}{V_{\text{пр}}},$$

- где t_1 – время на захват дерева, с ($t_1=15\dots30$ с);
 $V_{\text{пр}}$ – скорость протаскивания, м/с;
 L – средняя длина дерева, м.

Сменная производительность бензomotorной пилы на обрезке сучьев определяется по формуле

$$П_{\text{см}} = \frac{T Ч V_x^{\text{cp}}}{t},$$

- где T – продолжительность смены, с;
 $Ч$ – коэффициент использования пилы на пиление;
 V_x^{cp} – средний объем хлыста, м³;
 t – средняя продолжительность спиливания сучьев у одного дерева, с;

$$t = \frac{F \cdot 10^4}{S},$$

- где F – суммарная площадь среза сучьев на одном дереве, м²;

S – производительность пиления, $\text{см}^2/\text{с}$;

$$S = \frac{75N}{K\varphi},$$

где K – удельная работа резания, $\text{кг}/\text{см}$;

φ – ширина пропила, см ;

N – средняя мощность, потребляемая на пиление, кВт ;

$$N = (0,6 - 0,7)N_n,$$

где N_n – номинальная мощность, кВт .

5. Основные способы утилизации порубочных остатков.

6. Основные положения техники безопасности при обрезке сучьев для каждого вида оборудования.

Исходные данные для расчета

Вариант	1	2	3	4	5
Средняя длина дерева, м	20	22	24	25	23
Время на захват дерева, с	15	20	25	30	27
Средний объем дерева, м^3	0,25	0,34	0,48	0,52	0,39
Скорость протаскивания дерева, $\text{м}/\text{с}$	1,5	1,6	1,7	1,8	2
Коэффициент использования пилы (Ч)	0,25	0,36	0,5	0,28	0,45
Количество сучьев на одном дереве	45	48	36	54	61
Средний диаметр сучьев на 1 дереве, см	4,5	4,8	3,5	5,1	3,6
Номинальная мощность бензопилы, кВт	2,6	1,8	2,1	3,2	2,4
Удельная работа резания, $\text{кг}/\text{см}$	9	8	7	10	6
Ширина пропила, см	0,82	0,88	0,85	0,76	0,84

Лабораторная работа 3

Тема: «Погрузка древесины: челюстные погрузчики, самопогружающиеся автопоезда»

Вопросы для изучения:

1. Понятие операции «погрузка леса».
2. Краткое описание назначения применяемого оборудования.
3. Схемы погрузки.
4. Определить сменную производительность машин при выполнении операции и сравнить с нормой выработки $N_{\text{выр}}$ (ЕНиР).

Сменная производительность погрузчиков рассчитывается по формуле

$$П = \frac{(T - T_{nz})Qf_1}{t_1n + t_2 + t_3},$$

где T – продолжительность смены, мин;

T_{nz} – время на подготовительно-заключительные работы, (20...40 мин);

Q – рейсовая нагрузка на автомобиль или узкоколейный сцеп, м³;

для автомашин: МАЗ – 20 м³,

КрАЗ – 26 м³,

ЗИЛ – 15 м³,

сцепов – 22 м³,

f_1 – коэффициент использования времен работы погрузчика в течение смены, ($f_1=0,45...0,5$);

t_1 – время погрузки одной пачки ($t_1=1,5...3$ мин);

t_2 – время подготовки автомобиля или сцепа к погрузке ($t_2=2...4$ мин);

t_3 – время отправки и крепления пачки после погрузки ($t_3=3...5$ мин);

n – количество циклов, необходимых для погрузки одного автомобиля или сцепа,

$$n = \frac{Q_1}{Q_2} \gamma \rho,$$

где Q_1 – грузоподъемность автомобиля, т;

Q_2 – грузоподъемность погрузчика, т;

ПЛ-1А – 2,5 т, ПЛ-2 – 3,5 т, ПЛ-3 – 3,5 т, ЛТ-73 – 6,3 т, ЛТ-65 – 3,5 т;

γ – объемный вес древесины 10⁻⁴ Н/м³;

ρ – коэффициент использования грузоподъемности погрузчика ($\rho=0,8...0,95$).

5. Основные положения техники безопасности при погрузке древесины.

Исходные данные для расчета

Вариант	1	2	3	4	5
Погрузчик	ПЛ-1А	ЛТ-65	ПЛ-2	ПЛ-3	ПЛ-1А
Автомобиль	ЗИЛ	КрАЗ	КрАЗ	КрАЗ	МАЗ

Лабораторная работа 4

Тема: «Сортиментная технология лесозаготовок многооперационными машинами»

Вопросы для изучения:

1. Классификация применяемых систем машин:
 - 1.1. ВПМ+Скиддер+Процессор
 - 1.2. Харвестер+Форвардер
 - 1.3. Форвестер
2. Профессии рабочих и их должностные обязанности
3. Способы разработки пасек
4. Расчет производительности:
 - 4.1. Харвестера

Произвести расчет производительности харвестера:

$$П_{см} = \frac{T_{см} - t_p}{t_{ц}} V_{хл},$$

где $T_{см}$ – время рабочей смены, мин.; t_p – регламентированные простои, мин (15...30 мин); $V_{хл}$ – средний объем хлыста, м³; $t_{ц}$ – время цикла, мин.

Время цикла складывается из времени наведения и доставки харвестерной головки к дереву, зажима рычагов харвестерной головки, спиливания и валки дерева, обрезки сучьев, раскряжевки хлыстов, переезда с одной технологической стоянки на другую из расчета на одно дерево.

Исходные данные для расчета

№ бригады	1	2	3	4
$V_{хл}$	0,25	0,35	0,45	0,5
$T_{см}$	8	7	7,5	6,5

4.2. Форвардера

Произвести расчет максимально возможного объема сортимента, перемещаемого форвардером, в зависимости от грузоподъемности и вылета манипулятора:

$$V_x = \frac{T_m}{byg},$$

где $T_m = 145$ кНм – подъемный момент, b – коэффициент, выражающий зависимость между грузоподъемностью и вылетом манипулятора; $y = 800$ кг/м³ – плотность древесины; $g = 9,81$ кг·м/с² – ускорение свободного падения.

Исходные данные для расчета

№ бригады	1	2	3	4
Вылет манипулятора, м	1,5	3,5	5,5	9,5
b	0,025	0,040	0,055	0,07

Произвести расчет производительности форвардера:

$$\Pi_{cm} = \frac{T_{cm} - t_p}{t_{\text{ц}}} V_{нач},$$

где T_{cm} – время рабочей смены, мин; t_p – регламентированные простои, мин. (15...30 мин); $V_{нач}$ – средний объем пачки перевозимых сортиментов, м³; $t_{\text{ц}}$ – время цикла, мин.

Исходные данные для расчета

№ бригады	1	2	3	4
$V_{нач}$	6	5,5	5	4,5
T_{cm}	8	7	7,5	6,5

5. Техника безопасности.

Лабораторная работа 5

Тема: «Трелевка древесины тракторами»

Трактора с чокерной оснасткой, с манипулятором, скидеры, форвардеры

Вопросы для изучения:

1. Краткое описание операции.
2. Краткое описание назначения применяемого оборудования.
3. Схемы работы тракторов, условия трелевки.
4. Определить сменную производительность тракторов и сравнить ее с нормой выработки $N_{\text{выр}}$ (ЕНиР):

Трелевочный трактор:

$$\Pi = \frac{(T - T_{nz})Q\varphi_1}{\frac{L_{cp}}{V_1} + \frac{L_{cp}}{V_2} + t_c + t_o},$$

где T – продолжительность смены, мин;

T_{nz} – подготовительно-заключительное время и отдых, 20...40 мин;

Q – нагрузка на рейс, м³;

φ_1 – коэффициент использования трактора в течение смены, 0,8...0,9;

L_{cp} – среднее расстояние трелевки, м;

V_1 – скорость движения трактора с грузом, м/мин;

V_2 – скорость движения трактора без груза, м/мин;

t_c – время сбора воза, мин;

t_o – время отцепки воза, мин.

Среднее расстояние трелевки L_{cp} рассчитывается для принятого способа разработки делянки:

метод широкого фронта $L_{cp} = 0,5B$ м;

параллельная схема $L_{cp} = (0,5B + 0,5L)K$, м;

радиальная схема $L_{cp} = 0,5B + 0,4L$, м,

где B – ширина делянки, м;

L – длина делянки, м.

Скорости движения V_1 и V_2 определяются по формулам

$$V_1 = \frac{2V_n V_{ш} 1000}{(V_n + V_{ш})60},$$

$$V_2 = \frac{2V_n V_v 1000}{(V_{lv} \cdot V_v)60},$$

где V_n , $V_{ш}$, V_{lv} , V_v – скорость движения трактора на соответствующих передачах из технической характеристики базового трактора, км/ч.

Время сбора воза t_c и время отцепки воза t_o принимаются по ЕНВиР и находятся в зависимости от среднего объема и типа трелевочного трактора в пределах 12...32 мин для ТТ-4, ТТ-4М, ТДТ-55, ТДТ-55А.

Время отцепки пачки t_o для бесчокерных тракторов 0,15...0,25 мин. Время сбора пачки $t_{сб}$ бесчокерными тракторами ЛТ-154, ЛТ-157, ЛТ-171, ЛТ-89 – 1,0...2,5 мин; ЛП-18Б, ЛП-18А, ТБ-1, ТБ-1М – 2,0...3,0 мин на 1 м³ трелюемой пачки.

Объем трелюемой пачки Q , м^3 , определяется по формуле

$$Q = \frac{F_k - P(f_1 \pm qi)}{K(f_1 \pm qi) + (1 - K)(f_2 \pm qi)} \cdot \frac{1}{10^{-4} \gamma},$$

где F_k – тяговое усилие трактора (касательная сила тяги) на первой передаче, Н;

P – вес трактора, т:

	F_k	P
ТДТ-55	50800 Н,	8,2 т
ТТ-4	99000 Н,	12,2 т
Т-157	35000 Н,	9,9 т
К-703	60000 Н,	16,2 т
Т-100	95000 Н,	11,0 т

i – величина подъема (+) или спуска (-) волоков, ‰ ;

$$i = \frac{h}{L} \cdot 1000 = tq\lambda \cdot 1000,$$

где λ – угол, характеризующий крутизну уклона волоков;

h – разница в высоте между начальной и конечной точками уклона, м;

L – длина уклона по горизонтали, м.

Перевод крутизны уклонов из градусов в тысячные.

λ – угол, град. 5 8 10 14 15 20 22 25

i – уклон, ‰ 90 140 175 250 270 365 400 465

f_1 – удельное сопротивление движению трактора, Н/т;

f_2 – удельное сопротивление движению хлыстов или деревьев, Н/т, табл. 1;

Таблица 1

Удельное сопротивление движению, Н/т

Вид перемещаемого предмета	Характеристика волока	Сезон года	
		лето	зима
Трактор: гусеничный, f_1	Плотный укатанный	800-1300	1000-1300
	Неукатанный	1500-1800	-
	Мягкий грунт	2000-2600	-
	Рыхлый глубокий снег	-	2000-2600
колесный, f_1	Сухой	700-800	-
	Сырой	1000-2500	-
	Укатанный	-	-
	Нормальный	-	350-400
Хлысты, деревья, f_2	Рыхлый снег	4500-6000	3000-3500
	Мягкий грунт	8000-9000	8000-9000
		8000-9000	8000-9000
		8000-9000	8000-9000

q – ускорение силы тяжести, $9,8 \text{ м/с}^2$;

γ – объемный вес для свежесрубленной древесины, Н/м^3 .

Ель – 7750 Н/м^3 , пихта – 8150 Н/м^3 , осина – 7460 Н/м^3 , сосна – 8430 Н/м^3 , лиственница – 9430 Н/м^3 , береза – 9430 Н/м^3 , бук – 9520 Н/м^3 , дуб – 10100 Н/м^3 .

Расчетная рейсовая нагрузка Q проверяется по допускаемой нагрузке на щит трактора, тяговому усилию лебедки и сцеплению трактора с грунтом.

Рейсовая нагрузка Q_I по грузоподъемности щита проверяется по формуле

$$Q = \frac{Q_I}{K \cdot 10^{-4} \gamma},$$

где Q_I – допускаемая нагрузка на щит трактора, т:

ТДТ-55 – 3,0; ТТ-4 – 6,0; Т-157 – 6,0; К-703 – 8,0...10,0;

K – прилагается из табл. 2.

Таблица 2

Коэффициент распределения нагрузки

Способ трелевки	Значение коэффициента распределения, K
За вершину	0,25 ... 0,35
За комель	0,50 ... 0,60
Волоком	0,00

Рейсовая нагрузка на щит $Q_{щ}$ трактора должна удовлетворять следующему условию:

$$Q_{щ} > Q.$$

Рейсовая нагрузка по тяговому усилию лебедки Q_m проверяется по формуле

$$Q_T = \frac{F_{леб}}{(f_1 \pm qi) 10^{-4} \gamma},$$

где $F_{леб}$ – тяговое усилие лебедки, Н:

ТДТ-55 – 72500; ТТ-4 – 117000; ЛТ-157 – 72500.

Рейсовая нагрузка по тяговому усилию лебедки должна удовлетворять условию

$$Q_m \geq Q.$$

После определения Q , $Q_{щ}$ и Q_m наименьшее значение представляется в формуле силы тяги по сцеплению

$$F_{сц} - P_{сц} \Psi = (P + Q_{min} K) \Psi,$$

где Ψ – коэффициент сцепления трактора, табл. 3.

Таблица 3

Коэффициент сцепления Ψ

Характеристика волока	Тип трактора	
	Гусеничный	Колесный
Для сухих грунтов	0,8	0,6
Для укатанного снега	0,4	0,3
Для сырых грунтов	0,5	0,3
Обледеневший волок	0,2	-

Если выдержано условие $F_k \geq F_{сц}$, т. е. нет буксования трактора с пачкой леса, в формулу производительности $\Pi_{см}$ трактора подставляем наименьшее значение Q_{min} .

Произвести расчет производительности форвардера:

$$\Pi_{см} = \frac{T_{см} - t_p}{t_{ц}} V_{нач},$$

$$t_{ц} = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + t_6 + t_7 + t_8,$$

где t_1 и t_2 – время погрузки и разгрузки грузовой платформы форвардера, с;
 t_3 и t_4 – время движения форвардера по пасечному волоку в грузовом и порожнем направлениях, с;

t_5 и t_6 – время движения форвардера по магистральному волоку в грузовом и порожнем направлениях, с;

t_7 и t_8 – время переездов в процессе погрузки и разгрузки платформы форвардера, с.

$$t_1 = t_1^n \frac{Q}{q_1^n}, \quad t_2 = t_2^n \frac{Q}{q_2^n},$$

где t_1^n, t_2^n – время погрузки и выгрузки одной порции груза (один или несколько сортиментов), 5...7 с;

q_1^n, q_2^n – объем одной порции груза при погрузке и выгрузке, м³:

$$q_1^n = q_c n_c,$$

где q_c – средний объем сортимента, м³;

n_c – количество сортиментов в одной порции груза, 1...3 шт.

$$t_3 = \frac{l_{пв} K_0}{2V_p}, \quad t_4 = \frac{l_{пв} K_0}{2V_x},$$

где l_{ng} – длина пасечного волока;

$K_0 = 1,1 \dots 1,2$ – коэффициент, учитывающий увеличение пройденного пути за счет непрямолинейности движения и разворотов.

Скорость рабочего и холостого хода варьируется в пределах 3...11 км/ч.

При определении времени движения форвардера по магистральному волоку в порожнем и грузовом направлениях применяются аналогичные формулы с подстановкой длины магистрального волока в соответствии с заданием.

$$t_7 = \frac{l_{np}}{V_{np}},$$

где l_{np} , V_{np} – путь форвардера для полной загрузки грузовой платформы и его средняя скорость.

$$l_{np} = 10^4 \frac{Q}{a q p i},$$

где a – ширина пасеки, 12...15 м;

q – запас древесины, м³/га;

p – доля вырубаемого запаса, 0,3...1;

i – доля лесоматериалов определенной сортотруппы, $0 < i \leq 1$.

Время переездов при разгрузке t_8 следует учитывать, если форвардер осуществляет сортировку лесоматериалов в процессе разгрузки и штабелевки. При этом расчет ведется по формуле, аналогичной для t_7 .

Исходные данные для расчета

Вариант	1	2	3	4	5
Трактор	ЛП-18, ТДТ-55	ТТ-4, Валмет - 820	ЛП-18, Валмет -860	ЛТ-154, Валмет - 890	ТДТ-55, ЛТ-154
Размеры лесосеки	400x300	300x500	200x500	400x500	300x500
Уклон	5	8	10	14	15
Состав дровостоя	5С2ЕЗБ	7ЕЗОс	4С4Е2Б	5Б5Ос	4С2Пх4Ос

5. Основные положения по технике безопасности на трелевке древесины.

Рекомендуемая литература

1. Матвейко, А.П. Технология и оборудование лесозаготовительного производства [Текст]: учебник для студентов вузов инж.-экон. спец. лесн. комплекса / А. П. Матвейко. - Минск: Техноперспектива, 2006. - 447 с.: ил. - Библиогр.: с. 441.
2. Технология и машины лесосечных работ [Текст]: учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки дипломированных специалистов, магистров и бакалавров направления 250400 «Технология лесозаготов. и деревоперераб. пр-в» по профилю "Лесоинженер. дело" / В. И. Пятакин [и др.]; под ред. В. И. Пятакина; С.-Петерб. гос. лесотехн. ун-т им. С. М. Кирова. - СПб.: СПбГЛТУ, 2012. - 362 с.: ил. - Библиогр.: с. 360.
3. Азаренок, В.А. Сортиментная заготовка леса [Текст] / В.А. Азаренок, Э.Ф. Герц, А.В. Мехренцев; Урал. гос. лесотехн. акад. – Екатеринбург, 1999. - 134 с.
4. Азаренок, В.А. Экологизированные рубки леса: учеб. пособие / В.А. Азаренок; УГЛТА. – Екатеринбург, 1998. - 99 с.
5. Гороховский, К.Ф. Машины и оборудование лесосечных и лесоскладских работ [Текст] / К.Ф. Гороховский, Н.В. Лившиц. – М.: Экология, 1991. - 528 с.